

# **JP11089133**

Publication Title:

## **PERMANENT MAGNET TYPE MOTOR**

Abstract:

### **Abstract of JP11089133**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enlarge a q-shaft inductance, to enlarge a reluctance torque, and to improve the efficiency of a motor even in one magnet per pole in a permanent magnet type motor. **SOLUTION:** In an inner rotor-type permanent magnet-type motor, a rotor core 10 where permanent magnets 11 are radially and intensively stored in a q-shaft by the number of poles is used, an inductance  $L_d$  is made small, and q-shaft inductance  $L_q$  is made larger than  $L_d$ . The forms of the permanent magnets 11 are made thinner on the outer diameter side of the rotor core 10 and thicker on the center side, and into long trapezoids, for example. Flux barriers are provided near the end parts of the permanent magnets 11, and they prevent the short-circuiting and the leakage of magnetic flux and prevent the high efficiency of the motor from deteriorating.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

---

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-89133

(43)公開日 平成11年(1999)3月30日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 02 K 1/27  
1/22  
21/16  
29/00

識別記号  
5 0 1

F I  
H 02 K 1/27  
1/22  
21/16  
29/00

5 0 1 A  
5 0 1 K  
A  
M  
Z

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-257804

(22)出願日 平成9年(1997)9月5日

(71)出願人 000006611  
株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72)発明者 成田 慶治  
神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
会社富士通ゼネラル内

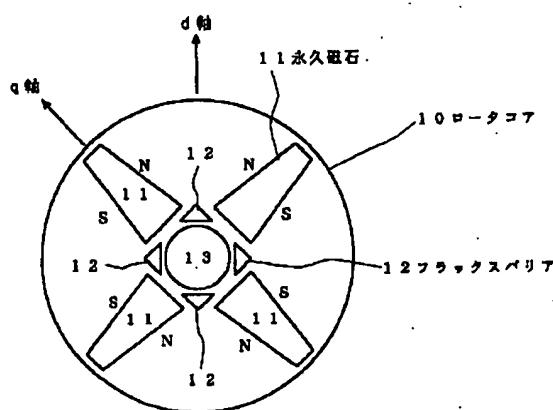
(74)代理人 弁理士 大原 拓也

(54)【発明の名称】 永久磁石形モータ

(57)【要約】

【課題】 永久磁石形モータの1極当たり1つの磁石でも、q軸インダクタンスを大きくし、リラクタンストルクを大きくしてモータの効率向上を図る。

【解決手段】 インナーロータ型の永久磁石形モータにおいて、当該極数分だけ永久磁石11を放射状に、かつq軸に集中させて収納したロータコア10を用い、dインダクタンスLdを小さく、q軸インダクタンスLqをLdより大きくしている。永久磁石11の形状はロータコア10の外径側で薄く、その中心側で厚く、例えば長細い台形になっている。また、前記永久磁石11の端部付近のコアにはフラックスバリアを設けてあり、磁束の短絡、漏洩を防止し、モータの高効率化の低減を防いでいる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、当該永久磁石形モータの極数分だけ永久磁石を放射状に、かつq軸に集中させて収納したコアを前記ロータコアとしたことを特徴する永久磁石形モータ。

【請求項2】 前記永久磁石を断面台形としている請求項1記載の永久磁石形モータ。

【請求項3】 前記永久磁石を前記ロータコアの外径側で薄く、該ロータコアの中心側で厚くしてなる請求項1または2記載の永久磁石形モータ。

【請求項4】 前記永久磁石の端部付近のコアにフラックスバリアを設けた請求項1, 2または3記載の永久磁石形モータ。

【請求項5】 前記ロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとした請求項1, 2, 3または4記載の永久磁石形モータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明はコンプレッサ等に用いるインナーロータ型の永久磁石形モータに係り、特に詳しくはモータのリラクタンストルクを有効利用して高効率化を図る永久磁石形モータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 この種の永久磁石形モータのインナーロータ構成はロータコアに永久磁石を埋設してなり、例えば図4や図5に示すものが提案されている。図4に示すように、24スロットのステータコア1内のロータコア2は、当該永久磁石形モータの極数(4極)分だけ板状の永久磁石3が外径に沿って円周方向に配置され、かつそれら隣接する永久磁石3の間にフラックスバリア4が形成されている。なお、5は中心孔(シャフト用の孔)である。

【0003】 ここで、永久磁石3による空隙部(ステータコア1の歯と永久磁石3との間)の磁束分布が正弦波状になっているものとすると、永久磁石形モータのトルクTは  $T = P_n \{ \Phi_a \cdot I_a \cdot \cos \beta - 0.5 (L_d - L_q) \cdot I^2 \cdot \sin 2\beta \}$  で表される。なお、Tは出力トルク、 $\Phi_a$ はd、q座標軸上の永久磁石による電機子鎖交磁束、 $L_d$ 、 $L_q$ はd、q軸インダクタンス、 $I_a$ はd、q座標軸上の電機子電流の振幅、 $\beta$ はd、q座標軸上の電機子電流のq軸からの進み角、 $P_n$ は極対数である。

【0004】 前記数式において、第1項は永久磁石3によるマグネットトルクであり、第2の2項はd軸インダクタンスとq軸インダクタンスとの差によって生じるリラクタンストルクである。詳しくは、T. IEE Japan, Vol. 117-D, No 7, 1997の論文を参照されたい。また、図5に示すロータコア2は図5に示す永久磁石3と異なる形状の永久磁石6を有する構

成になっているが、前記数式の適用は明かである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記永久磁石形モータにおいては、q軸の磁路に永久磁石3、4が存在し、またフラックスバリア4が存在することにより、q軸インダクタンス  $L_q$  が小さくなってしまう。その結果、前記数式の  $(L_q - L_d)$  の値が小さく、つまりリラクタンストルクが小さく、モータのトータルトルクが小さくなってしまうという欠点があった。

【0006】 そこで、q軸インダクタンス  $L_q$  を大きくするために、モータの1極当たりの永久磁石の数を多くし、つまり多層埋込磁石構造とすることが提案されている。詳しくは前記した論文を参照されたい。しかし、1極当たりの永久磁石の数が多いため、製造の複雑化、高コスト化が避けられないという問題点がある。

【0007】 この発明は前記課題に鑑みなされたものであり、その目的はモータの1極当たり1つの磁石でも、q軸インダクタンスを大きくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができ、モータの効率向上を図ることができるようにした永久磁石形モータを提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するため、この発明はロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、当該永久磁石形モータの極数分だけ永久磁石を放射状に、かつq軸に集中させて収納したコアを前記ロータコアとしたことを特徴している。

【0009】 この場合、前記永久磁石を断面台形とするとい。また、前記永久磁石を前記ロータコアの外径側で薄く、該ロータコアの中心側で厚くするとよい。さらに、前記永久磁石の端部付近のコアにフラックスバリアを設けるとよい。さらにもう、前記ロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとするとよい。

## 【0010】

【発明の実施の形態】 以下、この発明の実施の形態を図1ないし図3を参照して詳しく説明する。この発明の永久磁石形モータは、側面方向の着磁で長細い永久磁石を放射状に、かつq軸に集中させてロータコアを構成すれば、d軸インダクタンス  $L_d$  を小さく、q軸インダクタンス  $L_q$  を  $L_d$  より大きくし、リラクタンストルクが大きくなることに着目したものである。

【0011】 そのために、図1および図2に示すように、この永久磁石形モータのロータコア(磁石埋込型界磁鉄心)10は、側面方向の着磁で長細い永久磁石11を当該コアの外径側に向けて放射状に、かつq軸に集中させて埋設し、永久磁石11の端部側(コアの中心側)にフラックスバリア用の孔12を形成したものである。なお、13はロータコア10の中心孔(シャフト用の孔)である。

【0012】 前記隣接する永久磁石11は側面方向の着

磁が逆になるようにし、例えば4極モータであれば、図1および図3に示すように、時計回りにS極、N極、S極およびN極を形成する。また、永久磁石11の断面形状は当該コアの中心側を厚くし、外径側を薄くし、例えば縦に長細い台形とし、その底面が当該コアの中心側になるようにする。ラックスバリア用の孔12の形状は、隣接する永久磁石11の隙間を考慮し、三角形とする。なお、永久磁石形モータが4極であるために、永久磁石11は4つであるが、他の極数である場合にはそれに応じた数の永久磁石を用いればよい。

【0013】図3に示すロータ構成図を参照してインダクタンスについて説明する。なお、24スロットのステータコア14には三相（U相、V相およびW相）の電機子巻線が施されているが、スロット数や電機子巻線が異なっていてもよい。また、ステータコア14において、例えば外径側の巻線をU相、内径側の巻線をW相、その中間の巻線をV相としている。ロータコア10の各永久磁石11がq軸に集中していることから、d軸インダクタンスLdを形成する磁束は透磁率の小さい永久磁石を通過することになり、リラクタンスが大きく、したがってd軸インダクタンスLdが小さい。一方、q軸インダクタンスLqを形成する磁束は透磁率の大きい鉄心（磁石埋込型界磁鉄心）のみを通過することになり、リラクタンスが小さく、したがってq軸インダクタンスLqがLdより大きくなる。すると、従来例で説明した数式の（Lq-Ld）の値は従来より大きくなり、つまりリラクタンストルクを大きくすることができる。

【0014】このように、1極当たり1つの永久磁石11によってリラクタンストルクを大きくすることができ、ひいてはモータトルク（トータルトルク）が大きくなり、高効率のモータを得ることができる。また、永久磁石11を長細い台形としたので、永久磁石を研磨で仕上げる際板状の永久磁石と同様の容易であり、コスト的にほとんど変わらずに済み、さらには磁路長が短いほど、着磁の幅が小さく、磁路長が長いほど、その着磁の幅が大きいことから、永久磁石11による空隙部の磁束分布を正弦波状に近づけることになる。さらに、永久磁石11の端部付近のコアにラックスバリア12を設けたので、磁束の短絡、漏洩を防止することができ、つまりモータの高効率化を妨げることもない。なお、永久磁石11の先端部と当該コアの外径側との間の鉄心部分は薄くするか、あるいはラックスバリアを設けるとよい。

【0015】ところで、前記ロータコア10は、電磁鋼板をプレスで打ち抜いて積層し、永久磁石11を埋設し、着磁するが、そのプレスの際に前記永久磁石11の形状孔、ラックスバリア12および中心孔（シャフト用の孔）13を打ち抜けばよいことから、コスト的には従来と変わらず、コストアップにならずに済む。また、前述により形成されるロータコア10を組み込んでDCブラシレスモータとし、空気調和機の圧縮機モータ

等として利用すれば、コストをアップすることなく、空気調和機の性能アップ（運転効率の上昇、振動や騒音の低下）を図ることができる。

#### 【0016】

【発明の効果】以上説明したように、この永久磁石形モータの請求項1記載の発明によると、ロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、当該永久磁石形モータの極数分だけ永久磁石を放射状に、かつq軸に集中させて収納したコアを前記ロータコアとしたので、モータの1極当たり1つの磁石でも、d軸インダクタンスLdを小さく、q軸インダクタンスLqをLdより大きくすることができ、リラクタンストルクを大きく、ひいてはトータルトルクを大きくすることができ、モータの効率向上を図ることができるという効果がある。

【0017】請求項2記載の発明によると、請求項1における永久磁石を断面台形としたので、請求項1の効果に加え、直線的な研磨で済むことから、永久磁石の製造コストが上がらず、当該永久磁石形モータのコストアップを抑えることができるという効果がある。

【0018】請求項3記載の発明によると、請求項1または2における永久磁石を前記ロータコアの外径側で薄く、該ロータコアの中心側で厚くしたので、請求項1または2の効果に加え、各磁路長が長いほど磁力を大きくすることができ、つまり永久磁石による空隙部の磁束分布を正弦波状にできるという効果がある。

【0019】請求項4記載の発明によると、請求項1、2または3において永久磁石の端部付近のコアにラックスバリアを設けたので、請求項1、2または3記載の効果に加え、磁束の短絡、漏洩を防止することができるという効果がある。

【0020】請求項5記載の発明によると、請求項1、2、3または4によるロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとしたので、請求項1、2、3または4の効果に加え、空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、コストをアップすることなく、空気調和機の性能アップを図ることができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の一形態を示す永久磁石形モータのインナーロータの概略的平明図。

【図2】図1に示すインナーロータの概略的部縦断面図。

【図3】図1に示すインナーロータを有する永久磁石モータの概略的平面図。

【図4】従来の永久磁石形モータロータの概略的平面図。

【図5】従来の永久磁石形モータロータの概略的平面図。

#### 【符号の説明】

10 ロータコア（磁石埋込型界磁鉄心）

50 11 永久磁石

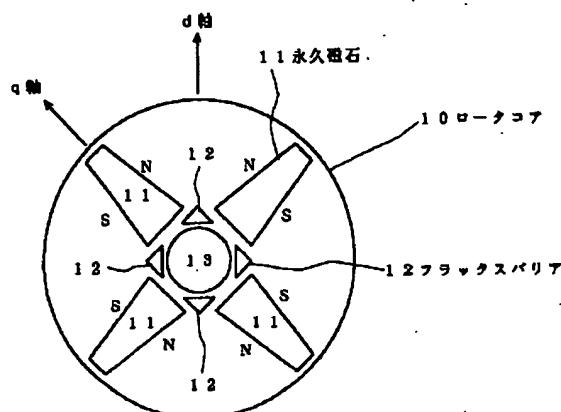
12 フラックスバリア

13 中心孔（シャフト用）

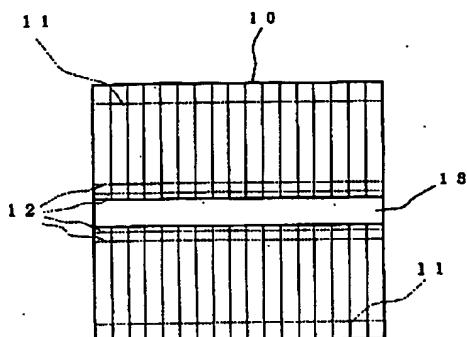
\* 14 ステータコア

\*

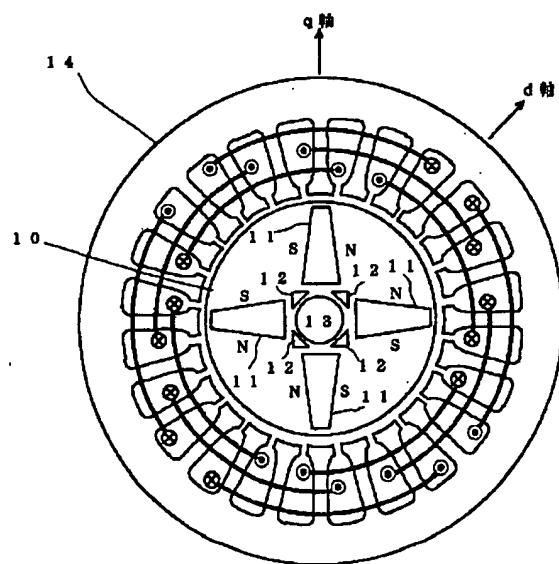
【図1】



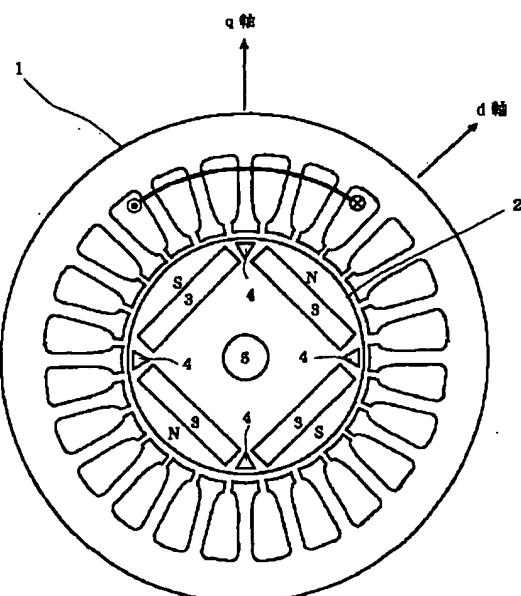
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

